

PAT-NO: JP363241401A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63241401 A  
TITLE: DIFFERENTIAL DISPLACEMENT MEASURING INSTRUMENT  
PUBN-DATE: October 6, 1988

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
INABA, SHIGEO	
ASAI, TOSHIO	
WATANABE, TERUO	
INOMATA, AKIHIKO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
MITSUTOYO CORP	N/A

APPL-NO: JP62077312  
APPL-DATE: March 30, 1987

INT-CL (IPC): G01B007/00

US-CL-CURRENT: 324/207.16

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To measure the size of a step, etc., with high accuracy by providing cores to be inserted into a couple of coils at plural positions at a specific distance.

CONSTITUTION: Coils 12 and 13 are connected in series and provided in a case 10, and an AC voltage is applied. Then while a ferromagnetic body core 21 coupled with a spindle 16 is inserted into the coils 12 and 13, the spindle 16 projects greatly from the case 10 and a zero adjusting means for a core 21 is connected to the coils 12 and 13. When a measuring element 15 is brought into contact with a measurement point M1 in this state, the core 21 is displaced and its displacement quantity is detected from the differential electromotive

force between the coils 12 and 13 and stored. Then the spindle 16 is intruded into the case 10 and the ferromagnetic body core 22 is positioned in the cores 12 and 13; and then a zero adjusting means for the core 22 is connected and when the measuring element 15 is brought into contact with a measurement point M2 in this state, the displacement quantity is detected similarly and stored. Thus, the body to be measured which has a long-stroke step can be measured.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-241401

⑤ Int.Cl.

G 01 B 7/00

識別記号

庁内整理番号

D-8505-2F

④ 公開 昭和63年(1988)10月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 差動式変位測定器

⑰ 特 願 昭62-77312

⑱ 出 願 昭62(1987)3月30日

⑲ 発 明 者 稲 葉 茂 夫 神奈川県川崎市高津区坂戸165番地 株式会社ミットヨ電子技術研究所内  
⑲ 発 明 者 浅 井 寿 男 神奈川県横浜市緑区池辺町3286 株式会社三豊コロナ電子機器研究所内  
⑲ 発 明 者 渡 辺 照 雄 神奈川県横浜市緑区池辺町3286 株式会社三豊コロナ電子機器研究所内  
⑲ 発 明 者 猪 俣 昭 彦 神奈川県横浜市緑区池辺町3286 株式会社三豊コロナ電子機器研究所内  
⑰ 出 願 人 株式会社 ミットヨ 東京都港区芝5丁目31番19号  
⑲ 代 理 人 弁理士 木下 実三 外1名

## 明 細 書

## 1. 発 明 の 名 称

差 動 式 変 位 測 定 器

## 2. 特 許 請 求 の 範 囲

(1) 一對のコイル内に軸方向移動可能に挿入されたコアの変位に対応して起電力が差動出力され、この出力によりコアに連結された測定子の変位量を測定する差動式変位測定器において、前記測定子に連結されるコアをコイルの軸方向に所定間隔離して複数箇所設けるとともに、これらの各コア間の距離は前記コイル内に挿入されるコアが1つのみであるに十分な距離とされ、かつ、差動出力される起電力を調整する電氣的ゼロ調整手段を各コアに相当するよう複数設けるとともに、これらの各電氣的ゼロ調整手段を切り換えてコイル内に挿入されたコアに対応した電氣的ゼロ調整手段を選択する切換手段を設け、この切換手段により選択された電氣的ゼロ調整手段を介して差動起電力を出力するようにされたことを特徴とする差動式変位測定器。

(2) 特許請求の範囲第1項において、前記複数のコアのいずれが前記コイル内に挿入された状態かを検出するセンサを設け、このセンサの出力に基づいて前記切換手段が自動的に切り換えられるように設けたことを特徴とする差動式変位測定器

## 3. 発 明 の 詳 細 な 説 明

(産業上の利用分野)

本発明は、一對のコイル内に挿入されたコアの変位に対応して差動出力される起電力によりコアに連結された測定子の変位量を測定する差動式変位測定器に関する。

(従来の技術)

従来より、被測定物の位置や寸法を電氣的に検出するものとして差動式変位測定器が知られている。この測定器は、例えば第4図に示されるように、一對の円筒状コイル61、62と、これらのコイル61、62内に挿入された磁性体のコア63とから構成されている。この差動式変位測定器の電気回路は、第5図に示されるように、一對のコイル61および62が直列接続され、これらの

コイル61、62には交流電圧64が印加されるとともに、コイル61、62と並列に抵抗65が接続されている。前記各コイル61、62の中間と抵抗65の中間位置とからはそれぞれ出力配線66、67が引き出され、これによりブリッジ回路68が構成されるとともに、一方のコイル61による起電力 $e_1$ と他方のコイル62による起電力 $e_2$ との差動起電力( $e_1 - e_2$ )が出力配線66、67に出力されるようになっている。

このような構成において、励磁状態にあるコイル61、62内でコア63を変位させると、コイル61、62のインダクタンス変化に基づくブリッジ回路68の不均衡状態から、その変位量に応じた差動起電力( $e_1 - e_2$ )が出力配線66、67から出力され、これによりコア63の変位量を高精度に測定できるものであり、種々の計測に広く利用されている。

ところで、近年各種部品の高精度化に伴い、予め定められた比較的大きなストロークを有する複数の段差寸法を得る測定に、この種測定器を適用

しようとする考えがある。例えば、第6図に示されるように、高さ寸法がAで、上面に深さ寸法Bの凹部71Aを有する第1の測定物71の前記凹部71A内に、深さ寸法Bよりも低い高さ寸法(段差寸法)Cの第2の被測定物72を収納し、第1の被測定物71の上部測定面71Bと第2の被測定物72の上部測定面72AとのクリアランスDを測定しようとする場合がある。

この場合、従来一般の差動式変位測定器は、その測定範囲が非常に狭いため、1つの測定器を用いて測定するには、第1の被測定物71の凹部71Aの底面の測定点M<sub>1</sub>の位置を測定した後、測定器を他の移動手段により段差方向に移動させて第2の被測定物72の測定面72Aの測定点M<sub>2</sub>の位置を測定し、これらの値に前記移動量を加味してクリアランスDを算出するか、あるいは、測定器を2台用意し、各測定位置毎に測定した後、計算により算出するかしている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかし、前者にあっては、測定器を移動して再

度セッティングする操作が面倒であるばかりでなく、セッティング操作に伴う誤差の発生をまぬがれないという問題点があり、一方、後者にあっては、測定器およびこれに付属する電気回路等を各2個要し、コスト上不利となり、かつ、測定器間の誤差等が発生するという問題点がある。また、いずれの方法で測定するにしても、凹部71Aの底面上の測定点M<sub>1</sub>と測定面72A上の測定点M<sub>2</sub>とは同一直線P上に配置したいが、特に後者の場合は測定器の測定子すなわちプローブが2本存在するため、測定範囲に制限が生じるという問題点もある。

さらに、前記従来の方法では、段差測定が前記第6図の例のように1段ではなく、複数段であるような場合は、前記問題点がより顕著となり、いずれにしても従来の測定器を用いた測定では、精度面、コスト面で問題がある。

本発明の目的は、所定距離離れた段差寸法等を高精度かつ安価な構造で測定できる差動式変位測定器を提供するにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、一対のコイル内に挿入されるコアをコイルの軸方向に所定間隔離して複数箇所設けるとともに、これらの各コア間の距離は前記コイル内に挿入されるコアが1つのみであるに十分な距離とされ、かつ、差動出力される起電力を調整する電氣的ゼロ調整手段を各コアに相当するよう複数設けるとともに、これらの各電氣的ゼロ調整手段を切り換えてコイル内に挿入されたコアに対応した電氣的ゼロ調整手段を選択する切換手段を設け、この切換手段により選択された電氣的ゼロ調整手段を介して差動起電力を出力するようにされたことを特徴とする差動式変位測定器である。

(作用)

このような構成の測定器を用いて例えば段差寸法を測定するには、複数のコアのうちの1つのコアを用いて段差の一方の面の基準位置に対する変位量を測定した後、このコアから所定間隔すなわち略段差寸法分離した他のコアをコイル内に位置させて段差の他の面の基準位置に対する変位量を

測定し、かつ、これらの各コアの取付け誤差、その他の誤差に基づく差動起電力の誤差は、各コアに相当するように設けられた複数の電氣的ゼロ調整手段を各コアに対応して切換手段で切り換えることにより除き、正確な測定値を得るようにしたものである。従って、本発明は1つの測定器により、複数のセッティング操作を必要とすることなく、高精度に測定でき、構成を簡易にして安価に提供できるようにしたものである。

#### (実施例)

以下、本発明の第1実施例を第1図および第2図に基づいて説明する。

第1図の概略構成図において、ケース10には、ベークライト等の合成樹脂製のボビン11に巻回された一対すなわち第1、第2のコイル12、13が支持されるとともに、軸受14を介して一端に測定子15を有する非磁性材からなるスピンドル16が軸方向移動自在に支持されている。このスピンドル16の中心軸線は前記コイル12、13の中心軸線と一致するようにされ、このスピンドル16の測定子15とは反対側の端部には、非磁性材からなる連結ロッド17を介して所定間隔すなわち、段差相当寸法しだけ離して複数、本実施例では2個のフェライト系強磁性体からなる第1、第2のコア21、22が連結されている。この際、所定間隔は、コイル12、13内に挿入されるコア21、23が1つのみであるに十分な距離であることも必要である。また、これらのコア21、22の中心軸線もコイル12、13の中心軸線と一致するようにされるとともに、これらのコア21、22はコイル12、13内に軸方向移動可能に挿入されるようになっている。

前記下方の第2のコア22の近傍には、磁気センサ等からなるセンサ23が配置され、いずれのコア21、22がコイル12、13内に挿入された状態かを検出できるようになっている。すなわち、センサ23が磁気センサである場合は、第2のコア22がセンサ23の近傍にあるときは、その磁力により第2のコア22の存在が検出され、従ってコイル12、13内にあるのは第1のコア21と判断され、一方、第2のコア22が上昇されてコイル12、13内に位置されたときは、センサ23による磁力の検出がなされないため第2のコア22がコイル12、13内に位置されていることが判断される。この際、センサ23としては、光学的センサ、リミットスイッチ等の電氣的センサ、その他の形式のセンサでもよく、その取付位置もボビン11の上方であって第1のコア21を検出し得る位置等であってもよい。

第2図は、本実施例の電気回路が示され、第1、第2のコイル12、13は直列接続されるとともに、これらのコイル12、13の両端子間にはトランスデューサ31を介して発振器32による交流電圧が印加されるようになっている。この両コイル12、13の間は出力配線35を介してAC増幅器36に接続されるとともに、直列接続されたコイル12、13の各端子にはそれぞれ引出し配線37、38の一端が接続され、これらの引出し配線37、38の他端には切換手段40を介して各コア21、22に対応した複数、本実施例

では2個の電氣的ゼロ調整手段41、42が切換え可能に接続されている。これらのゼロ調整手段41、42は、例えば可変抵抗器から構成されるとともに、各コア21、22の取付け寸法誤差等に基づく出力誤差をゼロに調整できるようになっている。また、ゼロ調整手段41、42の可動端子41A、42Aは、それぞれ途中に感度調整回路45、46を有する出力配線47、48を介して前記AC増幅器36に接続されている。これにより、前記コイル12、13と、可動端子41A、42Aにより分離されるゼロ調整手段41、42の抵抗器とによりそれぞれブリッジ回路が構成され、従って、両コイル12、13の中間の出力配線35と一方の出力配線47との間あるいは他方の出力配線48との間には切換手段40による切換え接続時に、それぞれ両コイル12、13の起電力 $e_1$ 、 $e_2$ の差動起電力( $e_1 - e_2$ )が出力されるようになっている。

前記差動起電力( $e_1 - e_2$ )が入力されるAC増幅器36の出力は、整流回路50を介して演

算回路51に出力される。この演算回路51には記憶回路52が接続されるとともに、コア21、22のコイル12、13への挿入状態を検知するセンサ23の出力が増幅器53および補正值出力回路54を介して入力可能にされ、この補正值出力回路54は補正值出力制御回路55により両コア21、22間の取付け寸法差すなわち段差相当寸法 $\Delta$ が必要に応じて補正されるようになっている。この際、補正をするか否かは、被測定物の段差等の値を具体的な寸法としていわゆる絶対測定として測定するときには補正を行い、単なる相対測定するときには補正を行わないようにされている。

前記センサ23の出力は、前記切換手段40にも入力されて切換手段40が自動的に切り換えられるようにされ、この切り換えは、コイル12、13内に挿入されているコア21または22に対応してゼロ調整をされた、あるいは、ゼロ調整をし得るゼロ調整手段41または42が引出し配線37、38に接続されることにより行われる。

なお、感度調整手段45、46は第1、第2の

コア21、22の材質、寸法等のばらつきに基づく感度の相違を調整するものである。

次に、本実施例の作用につき説明する。

第2図図示のように第1のコア21がコイル12、13内に挿入された状態では測定子15を有するスピンドル16はケース10から大きく突出された状態にあり、測定子16は第6図を例にとると、第1の被測定物71の第1の測定点M<sub>1</sub>の測定を行う状態にある。また、この状態では、センサ23は第2のコア22の存在を検出しているため、コイル12、13内に存在するコアが第1のコア21であることを出力しており、従って、切換手段40によって第1のコア21のゼロ調整用のゼロ調整手段41が引出し配線37、38に接続される。この際、演算回路51には段差相当寸法 $\Delta$ の補正信号は出力されていない。

このような状態において、測定子15が測定点M<sub>1</sub>に当接されて基準状態から変位されると、この変位は第1のコア21の変位となり、第1、第2のコイル12、13の差動起電力( $e_1 - e_2$ 、

)が変化し、これにより通常の差動式変位測定器と同様にその変位量が検出され、記憶手段52に記憶される。

次いで、第6図における第2の被測定物72の測定点M<sub>2</sub>を測定するには、スピンドル16をケース10内に没入させて第2のコア22をコイル12、13内に位置させる。この没入は、センサ23により検出されて切換手段40が作動され、第2のコア23に対応したゼロ調整用のゼロ調整手段42が配線37、38に接続される。この際、増幅器53および補正值出力回路54を介して演算回路51に段差相当寸法 $\Delta$ の補正信号を出力し得る状態にあるが、第6図の測定例では必ずしも補正值は必要でないため、この場合も、整流回路50からの出力値の補正は行われない。

このような状態において、測定子15が測定点M<sub>2</sub>に当接されて基準状態から変位されると、前述の第1のコア21と同様にこの変位量が検出されて記憶手段52に記憶される。

このようにして第1、第2のコア21、22に

よりそれぞれ検出された変位置から比較的長いストロークの段差を有する被測定物の相対的寸法測定が可能となる。

ところで、前記第6図の例において、補正值出力回路54からの補正值の出力を必要としない点につきさらに詳しく説明すると、例えば、第6図の例では、第1の被測定物71の凹部71Aの深さ寸法Bおよび第2の被測定物72の高さ寸法Cは、設計値により予め正しい値が分かっているため、クリアランスDもこれから予め計算できる。従って、第2の被測定物72の高さ寸法Cと第1、第2のコア21、22間の寸法 $\Delta$ とを等しく設定し、あるいは差が生じた場合は前記ゼロ調整手段41、42により電気的出力値が正しく出力されるように設定しておけば、2箇所の測定点M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>における基準寸法からの変位置を単純に加算(変位置の方向による符号も考慮して)してやり、この値を前記正しいクリアランスDに加算してやれば、現在計測中の第1、第2の被測定物71、72のクリアランスを得れる。このとき、正しい

クリアランスDは予め記憶手段52に入力しておくこともできる。

一方、第6図の例においても、測定点M<sub>1</sub>の位置に対する測定点M<sub>2</sub>の位置を具体的な寸法として測定しようとする場合は、測定点M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>における各変位量の加算値に段差相当寸法し、換言すると凹部71Aの底面から第2の被測定物72の上部測定面72Aとの間の段差であって第2の被測定物72の高さ寸法Cに相当する値を加算することにより絶対測定値を得れる。

また、各ゼロ調整手段41、42はセンサ23により選択された状態で外部から調整可能にしてある場合には、測定条件に応じてこれら調整して測定することもできる。

前述のような本実施例によれば、大きなストロークを有する2点の各々の変位量を測定器のセッティングを変えることなく、1つの測定器で測定でき、しかも一般の差動式変位測定器と同等の精度を得れる。また、1つの測定器においてコアは、第1、第2のコア21、22の2個設けるが、一

対のコイル12、13は1つでよく、部品点数を少なくできて安価に提供できる。さらに、各コア21、22に対応してそれぞれゼロ調整手段41、42を設けたから、面倒な補正計算等をする必要がなく正確な測定値を得れる。また、補正值出力回路54と補正值出力制御回路55とを設けたから、絶対測定、相対測定のいずれをも容易に行なえる。

第3図には、本発明の第2実施例の要部が示され、本実施例ではコア21、22が所定距離離れて2つ設けられたことに伴い発生する可能性のある連結ロッド17の振れを防止する構造を付加したものである。すなわち、コア21、22が取り付けられるロッド17の第1のコア21を越えた先端および第1、第2のコア21、22の間にはそれぞれボビン11の内径に丁度摺接する非磁性材からつば部56、57が設けられるとともに、これらのつば部56、57を案内する非磁性材からなる円筒状のガイド部材58、59をボビン11の上下に設けたものである。

これにより、連結ロッド17の移動によっても連結ロッド17が振れることはなく、この振れに伴う測定誤差を回避できるという効果を付加できる。

なお、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、例えばコアの設置個数も2個に限らず3個以上でもよい。この場合、電気的ゼロ調整手段および感度調整回路は、コアの数に相当するだけ設ける。また、この3個以上設ける場合に、各コア間の寸法を異なる数種類の寸法に設定しておけば、異なる寸法の段差の測定が可能となる。さらに、このコアを3個以上設ける場合の各コア間の距離も、コイル内に挿入されるコアが1つのみであるに十分な距離とされることは勿論である。また、感度調整回路は、各部品間の材質差等が少なければ必ずしも設けることもよい。さらに、各コア間の寸法が温度差等により変化する場合は、この変化に伴う補正值を予め記憶回路に入力しておき、温度センサ(図示せず)からの信号により測定値を温度補正することもできる。また、切換手

段は、前記実施例のようにセンサの出力で自動的に切り換えられるものに限らず、センサの出力を表示ランプ等の表示手段で表示させ、これに従って手動で切り換えるようにしてもよいが、前記実施例のようにすれば、操作ミス未然に防止できる。

#### 〔発明の効果〕

前述のように本発明によれば、1つの測定器で大きく離れた位置の変位量を高精度に測定することができ、かつ、安価に提供できるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例の概略構成を示す斜視図、第2図はその電気回路図、第3図は本発明の第2実施例を示す要部の概略構成図、第4図は従来例の要部を示す概略構成図、第5図はその電気回路図、第6図は被測定物の測定状態を示す説明図である。

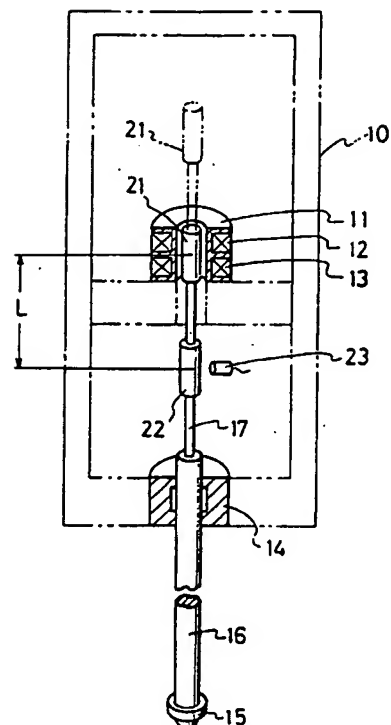
12、13…コイル、15…測定子、21、22…コア、23…センサ、36…AC増幅器、4

第 1 図

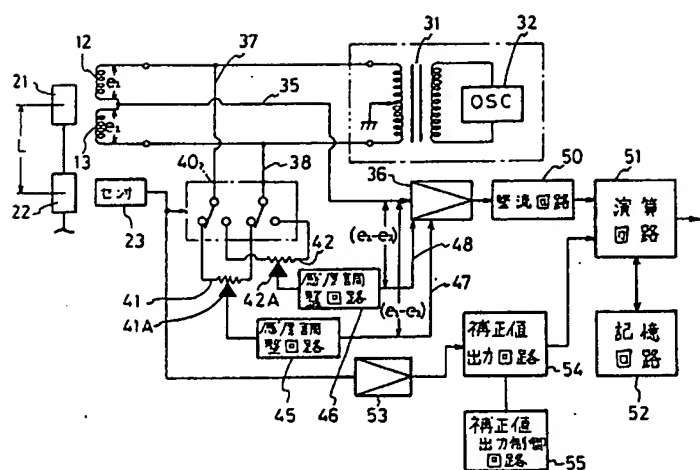
0 … 切換手段、41、42 … 電氣的ゼロ調整手段、  
51 … 演算回路、52 … 記憶回路。

代理人 弁理士 木下 実三

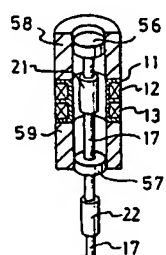
(ほか1名)



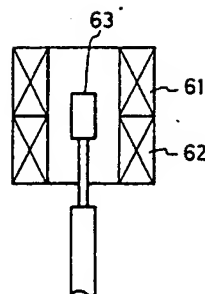
第 2 図



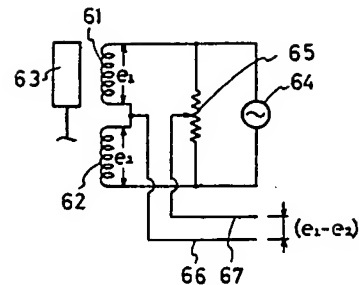
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

